

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-099910

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl. G01S 5/14
G01C 21/00
G01C 21/16

(21)Application number : 11-282688

(71)Applicant : JAPAN AVIATION ELECTRONICS
INDUSTRY LTD

(22)Date of filing : 04.10.1999

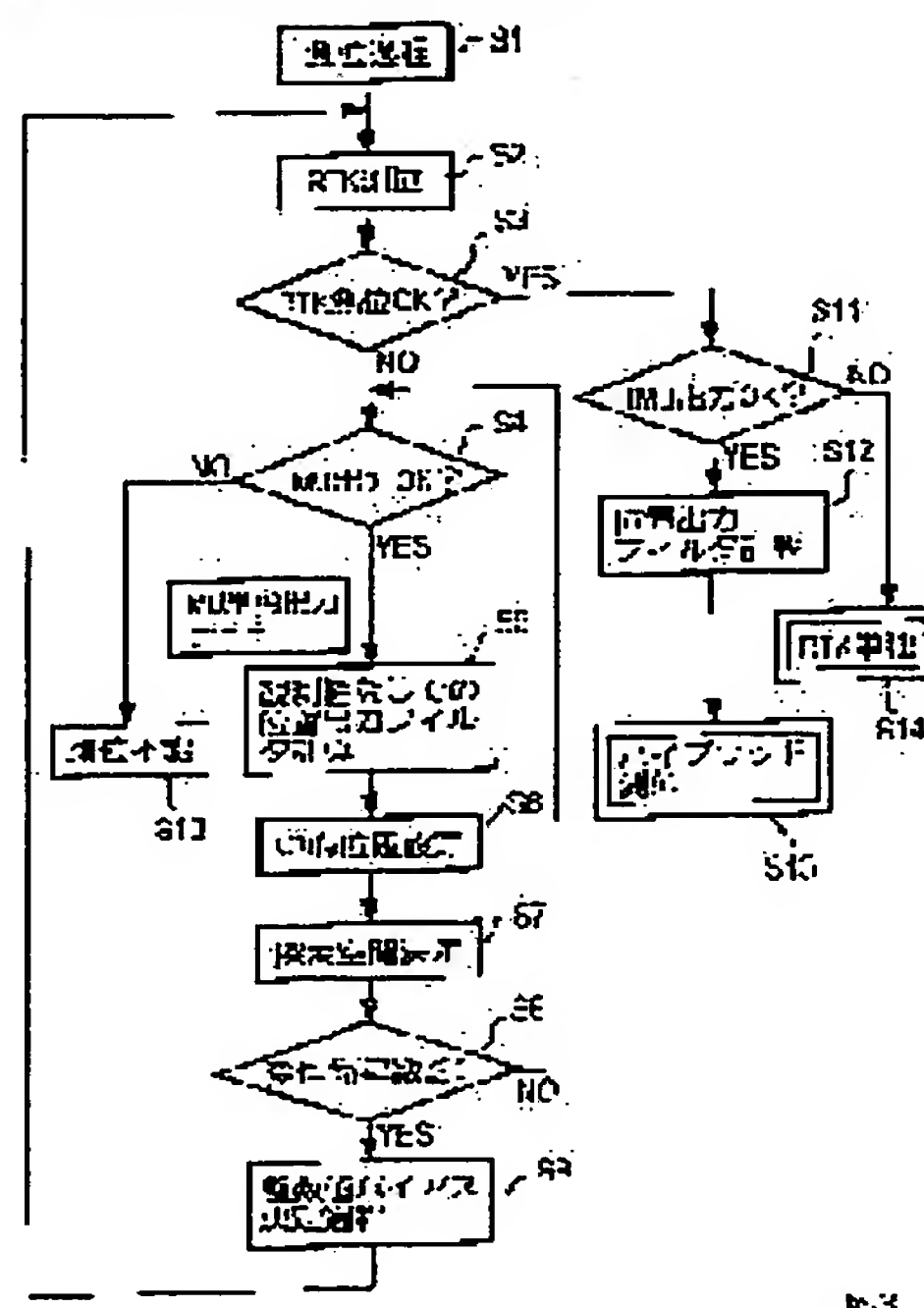
(72)Inventor : HIGO TADASHI

(54) POSITION MEASURING SYSTEM USING RTK/GPS-IMU IN COMBINATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a position measuring system combinedly using RTK and GPS-IMU to determine the minimum searching space capable of precluding a solution of an integer value bias from being excluded even when reception from GPS satellites is interrupted.

SOLUTION: In this method, an output position of an IMU serves as a the center position, as to coordinates, a searching space using a positional error dispersion as a radius is set around the center position as the center, and the integer value bias is determined out of integer value bias proposals having the solution within the searching space, in the case where the integer value bias is determined when interruption of transmitted radio waves from the GPS satellites or a base station is restored, in a positioning method using an RTK/ GPS-IMU in combination using a positioning device using a combined RTK-IMU comprising a moving station having a GPS receiving part, a GPS correction data receiving part, an RTK positioning calculation part and the IMU, the base station, the plural GPS satellites.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.04.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-99910

(P2001-99910A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001. 4. 13)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームト* (参考)

G 0 1 S 5/14

G 0 1 S 5/14

2 F 0 2 9

G 0 1 C 21/00

G 0 1 C 21/00

E 5 J 0 6 2

21/16

21/16

Z 9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-282688

(22) 出願日

平成11年10月4日 (1999. 10. 4)

(71) 出願人 000231073

日本航空電子工業株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

(72) 発明者 肥後 正

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本

航空電子工業株式会社内

(74) 代理人 100066153

弁理士 草野 卓 (外1名)

Fターム (参考) 2F029 AB07 AC02 AD03

5J062 AA01 AA02 CC07 EED4 FF04

9A001 JJ78

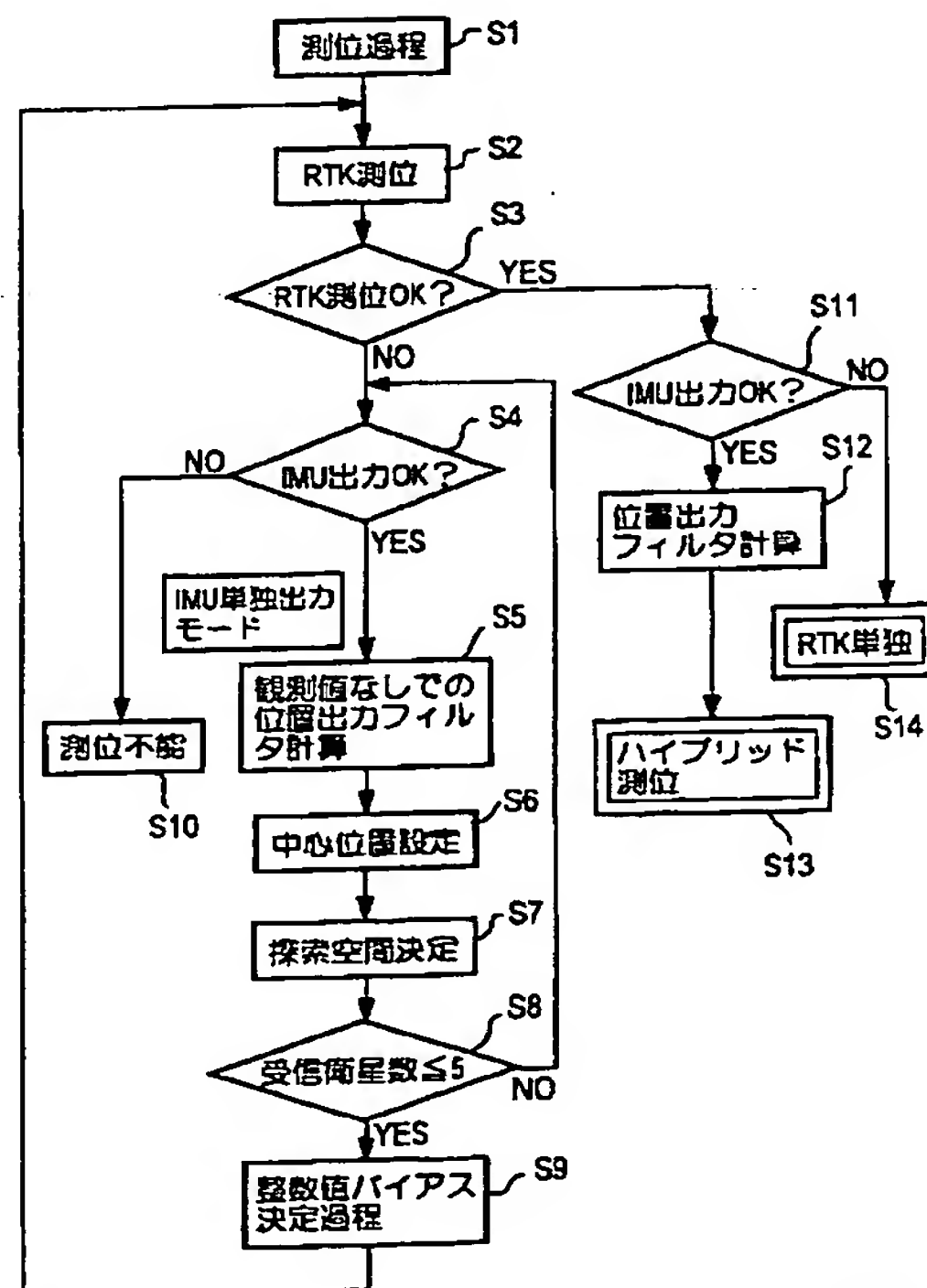
(54) 【発明の名称】 RTK・GPS-IMU併用測位方法

(57) 【要約】

(修正有)

【課題】 GPS衛星受信が途切れても、整数値バイアスの解の漏れのない最小な探索空間を決定するRTK・GPS-IMU併用測位方法を提供する。

【解決手段】 GPS受信部と、GPS補正データ受信部と、RTK測位計算部と、IMUとを有する移動局、基準局、複数のGPS衛星より成るRTK-IMU併用測位装置を使用するRTK・GPS-IMU併用測位方法において、GPS衛星或いは基準局の送信電波の途切れが回復した時の整数値バイアスの決定に際して、座標について、IMUの出力位置を中心位置とし、この中心位置を中心として位置の誤差分散を半径とする探索空間を設定し、この探索空間内に解を有する整数値バイアス候補の中から整数値バイアスを決定するRTK・GPS-IMU併用測位方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 GPS受信部と、GPS補正データ受信部と、RTK測位計算部と、IMUを有する移動局、基準局、複数のGPS衛星より成るRTK-IMU併用測位装置を使用するRTK・GPS-IMU併用測位方法において、

GPS衛星或いは基準局の送信電波の途切れが回復した時の整数値バイアスの決定に際して、座標について、IMUの出力位置を中心位置とし、この中心位置を中心として位置の誤差分散を半径とする探索空間を設定し、この探索空間内に解を有する整数値バイアス候補の中から整数値バイアスを決定することを特徴とするRTK・GPS-IMU併用測位方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、RTK・GPS-IMU併用測位方法に関し、特に、再初期設定の容易なRTK・GPS-IMU併用測位方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図4を参照してRTK・GPS-IMU併用測位装置の従来例を極く簡単に説明しておく。基準局10は各GPS衛星から得られるGPS衛星データをGPS補正データとして送信アンテナ101を介して送信する。

【0003】移動局14のGPS受信部142は、各GPS衛星から送信されるGPS衛星データをアンテナ部15を介して受信し、取得する。GPS補正データ受信部143は、基準局10から送信されるGPS補正データを受信アンテナ16を介して受信し、取得する。RTK測位計算部141は、ROMに格納されている或る一定の探索空間に基づいて探索空間内の整数値バイアスの組み合わせ候補を設定し、これらの内から整数値バイアスを決定する。そして、この整数値バイアスに基づいて現在位置を推定する。RTK測位計算部141は、また、GPS受信部142により取得されたGPS衛星データと、GPS補正データ受信部143により取得されたGPS補正データに基づいて測位計算を行う。RTK測位計算部141は、推定された現在位置その他のデータを出力する。なお、RTK・GPS-IMU併用測位装置の動作は、以降、順を追って詳細に説明される。

【0004】基準局10において、GPS衛星12およびGPS衛星13から送信される各電波を受信し、搬送波の位相差 $\Delta\phi_{S23}$ を測定する。そして、移動局14において、通常4個必要とされるGPS衛星の内の同一のGPS衛星の組、例えば、GPS衛星12およびGPS衛星13から送信される各電波を受信し、搬送波の位相差 $\Delta\phi_{M23}$ を測定する。これら両位相差の間の位相差 $(\Delta\phi_{S23} - \Delta\phi_{M23})$ を求めるが、これを2重位相差と称している。ここで、1個のGPS衛星を基準GPS衛星とすると共に、これ以外の3個のGPS衛星を従属

GPS衛星とし、基準GPS衛星と3個の従属GPS衛星のそれぞれとの組について、この2重位相差を求めることにより移動局14の位置を知ることができる。以下、数式を使用して説明する。

【0005】基準GPS衛星 S_M 、3個の従属GPS衛星 S_{S1} 、 S_{S2} 、 S_{S3} を基準局10から見た時の方向余弦を、それぞれ、 C_M 、 C_{S1} 、 C_{S2} 、 C_{S3} とし、基準局10から移動局14に到る位置ベクトルを r とすると、基準GPS衛星 S_M と従属GPS衛星 S_{Si} ($i=1, 2, 3$)の組により得られる2重位相差 $DD\phi_i$ は次式で表わすことができる。

【0006】

$$DD\phi_1 = r(C_{S1} - C_M)$$

$$DD\phi_2 = r(C_{S2} - C_M)$$

$$DD\phi_3 = r(C_{S3} - C_M)$$

これら3式を r について解くことにより、移動局14の位置を求めることができる。この場合、2重位相差は 360° の整数倍毎に同一値となる。この不確定な整数値は整数値バイアス、或いはアンビギュイティと称されている。この測位装置はRTK・GPS測位装置として周知慣用されている。図4に示される航法装置は、このRTK・GPS測位装置に他の航法装置である慣性航法装置IMUを併用して構成したRTK・GPS-IMU併用測位装置である。

【0007】以上のRTK・GPS-IMU併用測位装置によると、測位装置を併用することにより高い精度の測位をすることができる。しかし、測位実施中に4個のGPS衛星から到来する電波の内の何れかが途切れ、或いは、基準局と移動局の間の2重位相差をとる通信が途切れることによりGPS測位をすることができず、GPS位置出力が得られない場合が発生する。GPS衛星から到来する電波の途切れは、RTK・GPS-IMU併用測位装置を使用している移動局がトンネル状の屋根の下道路に進入した場合の如くGPS衛星情報を受信することができなくなった場合に発生する。基準局と移動局の間の通信の途切れは基準局および移動局の周囲の環境、電波の干渉その他様々の理由により発生する。

【0008】4個のGPS衛星から到来する電波の内の何れか、或は、基準局と移動局の間の2重位相差をとる通信が途切れると、これが短時間の間の途切れであっても、整数値バイアスを決定し直す必要がある。ここで、整数値バイアスを決定することを初期設定と称している。そして、RTK・GPS-IMU併用測位装置を具備した移動局14が作業中或いは走行中にGPS衛星情報が途切れて、測位計算ができなくなつてから、GPS衛星情報が再び受信できることとなつた時に初期設定をすることを再初期設定と称している。ところが、この整数値バイアスの候補は、通常、10万組程度の多数にのぼるところから、整数値バイアスの決定には、一般に、1～3分程度の時間を要する。移動局によっては、この

1～3分程度の時間が問題となり、整数値バイアス決定処理を実行している間、移動局は移動を停止するか、或いは現在位置が不確定の状態のまま移動せざるを得ないことになる。

【0009】図4のRTK・GPS-IMU併用測位装置によるハイブリッド測位を図5をも参照して説明する。RTK・GPS-IMU併用測位装置は、整数値バイアスが決定した状態でRTK・GPSが動作し、RTK測位してGPS位置出力を発生すると共にIMU140も動作してIMU位置出力を発生するIMU併用ハイブリッド測位を開始する。RTK測位計算部141の有する位置出力フィルタ1411は、GPS位置出力とIMU位置出力の双方を入力し、GPS位置出力からIMU位置出力を減算したセンサ誤差を発生してIMU140に帰還すると共に誤差のばらつきを示す位置の誤差分散行列を出力する。IMU140は位置出力フィルタ1411から帰還されたセンサ誤差に基づいて修正された現在位置を計算出力する。ここで、念のために、誤差のばらつき、位置の誤差分散について説明しておく。位置の誤差分散とは、GPS衛星測位による位置出力とIMU測位による位置出力の差がどの程度ばらついているかを示す統計値である。このハイブリッド測位はGPS衛星測位による位置出力を正確な出力であるものとし、これとハイブリッド測位による位置出力との間の差をハイブリッド測位の出力誤差であるものと推定している。これにより位置の誤差分散という表現を採用している。位置の誤差分散の代わりに、単に位置の分散と表現しても差し支えない。なお、分散値は誤差の推定過程において計算される。

【0010】図6(a)を参照してRTK・GPS測位を実行することができなくなった場合について説明する。上述した通り、様々な理由によりRTK・GPS測位を実行することができなくなっても、IMU140は継続して動作している。位置出力フィルタ1411は、継続して動作しているIMU140の位置出力のみを入力して、これのみに基づいて現在位置の計算を実行して現在位置の推定をし、この推定値をGPS衛星の現在位置としている。なお、この場合、センサ誤差は固定値に設定する。更に、位置出力フィルタ1411により得られる誤差分散行列およびIMU140により得られる出力位置に基づいて探索空間の計算、換言すれば整数値バイアスの計算を実行する。

【0011】次いで、図6(b)を参照して再初期設定を説明する。GPS衛星情報を受信することができるGPS衛星の数が測位の実施に必要とされる数に復帰した時、整数値バイアスを決定して再初期設定の計算を実行する。この計算中も、IMU140は動作して位置出力を継続している。整数値バイアスが決定したところで、図5のIMU併用ハイブリッド測位に復帰する。

【0012】図7は図6の動作を通して説明するフロー

チャートである。様々な理由によりRTK測位を実行することができなくなると、IMUのみによる測位を行う。これにより移動局14の位置が求まると、その位置とそれまでGPS測位に利用していた各GPS衛星12、13までの距離を計算し、その計算した距離におけるそのGPS衛星12、13の電波の搬送波の波数と位相をそれぞれ計算する(S1)。次に、GPS電波による測位を実行することができる状態に復帰しているか否かを調べる(S2)。復帰していれば、受信されるGPS衛星電波について2重位相差を測定する。この測定値とその直前におけるIMUの測位結果により得られる2重位相差の差を、四捨五入、切り捨て、切り上げそのたの処理を施して探索空間、即ち、整数値バイアスを推定する(S3)。復帰していなければステップ(S2)に戻る。次いで、探索空間を絞り込む。即ち、整数値バイアス候補を整数値バイアス $\pm 1 \sim 2$ 程度の数に絞り込む(S4)。これら整数値バイアス候補について検定を繰り返す(S5)。正しい整数値バイアス値を決定する。整数値バイアスの決定後、これを使用したRTK測位を復帰させ、これにIMUを併用したハイブリッド測位を実行する(S6)。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】RTK・GPS-IMU併用測位装置の再初期設定の第1の方法は、整数値バイアスの決定、即ち現在位置の推定を移動局の移動中に実施するオン・ザ・フライといわれている高速初期設定方法である。この第1の方法は、GPS衛星の移動、GPS衛星の情報である疑似距離、搬送波位相、2周波のビートを利用したワイドレーン、その他に情報を総合的に利用して行われる。これにより整数値バイアス候補の絞り込みを効率よく実施することができ、少ない候補の内から正しい候補を選択することができる。しかし、この再初期設定の第1の方法は、再初期設定が開始されると、測定位置が不正確であるか或は不明である状態が数分間継続する。GPS衛星のみの構成であると、搬送波位相の誤差の影響が大きいため、探索空間が大きくなり、整数値バイアス決定までに少なくとも、1ないし3分程度の時間を要する。そして、精度の良好な測定値を得るには高価な構成部品を使用する必要がある。また、RTK・GPS-IMU併用測位装置を搭載する走行車が作業中或いは走行移動中に再初期設定をする必要が生じた場合、正確な現在位置が不明であるので、作業を中止し或いは現在位置が不正確のまま作業を継続、或いは走行することとなる。更に、この場合、RTK測位装置は2周波型のものでなければならない。

【0014】再初期設定の第2の方法は、GPS衛星受信の瞬断時には予めIMUの誤差を求めておき、探索空間の大きさを或る一定の大きさに天り的に設定しておく。この第2の方法は、GPS衛星受信の瞬断に対応することはできるが、GPS衛星受信の途切れが或る程度

長く継続すると、IMUの位置出力の誤差が大きくなって予め決定しておいた探索空間を外れるに到り、再初期設定することができなくなる場合がある。なお、GPS衛星受信の途切れる時間は予測することはできない。そして、探索空間を小さく設定しておく、探索空間の内に整数値バイアス候補の解が含まれずに不正な解が得られることとなるので、探索空間を大きく設定せざるを得ない。これにより、整数値バイアス決定までに要する演算処理時間は大きくなり、整数値バイアス決定の高速化の要請に反する。

【0015】この発明は、GPS衛星受信が途切れても、整数値バイアスの解の漏れのない最小な探索空間を決定するRTK・GPS-IMU併用測位方法を提供するものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】GPS受信部と、GPS補正データ受信部と、RTK測位計算部と、IMUを有する移動局14、基準局10、複数のGPS衛星11、12、13より成るRTK-IMU併用測位装置を使用するRTK・GPS-IMU併用測位方法において、GPS衛星或いは基準局の送信電波の途切れが回復した時の整数値バイアスの決定に際して、座標について、IMUの出力位置を中心位置とし、この中心位置を中心として位置の誤差分散を半径とする探索空間を設定し、この探索空間内に解を有する整数値バイアス候補の中から整数値バイアスを決定するRTK・GPS-IMU併用測位方法を構成した。

【0017】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態を図1を参照して説明する。図1において、従来例と共通する部材には共通する参照符号を付与している。移動局14のGPS受信部142は、各GPS衛星から送信されるGPS衛星データをアンテナ部15を介して受信し、取得する。

【0018】基準局10は各GPS衛星から得られるGPS衛星データをGPS補正データとして送信アンテナ101を介して送信する。GPS補正データ受信部143は、このGPS補正データを受信アンテナ16を介して受信し、取得する。誤差推定部144は、RTK測位計算部141から出力されるGPS位置出力とIMU140から出力されるIMU位置出力の双方を入力し、位置出力フィルタ1411によりGPS位置出力からIMU位置出力を減算したセンサ誤差を発生してIMU140に帰還すると共に誤差のばらつきを示す位置の誤差分散行列を探索空間設定部145に出力する。IMU140は位置出力フィルタ1411から帰還されたセンサ誤差に基づいて修正された現在位置を計算出力する。

【0019】探索空間設定部145は、IMU140から出力されるIMU位置出力を取得すると共に誤差推定部144から出力される位置の誤差分散行列を取得す

る。ここで、座標について、IMUの出力位置を中心位置とし、この中心位置を中心として位置の誤差分散を半径とする探索空間を設定する。RTK測位計算部141は、探索空間設定部145において設定された探索空間を取得して探索空間内の整数値バイアスの組み合わせ候補を設定し、これらの内から整数値バイアスを決定する。そして、この整数値バイアスに基づいて現在位置を推定する。RTK測位計算部141は、また、GPS受信部142により取得されたGPS衛星データと、GPS補正データ受信部143により取得されたGPS補正データに基づいて測位計算を行う。RTK測位計算部141は、推定された現在位置その他のデータを誤差推定部144に出力する。

【0020】ここで、再び、図5を参照するに、RTK・GPS-IMU併用測位装置は、通常、整数値バイアスが決定した状態でRTK・GPSが動作し、RTK測位してGPS位置出力を発生すると共にIMU140も動作してIMU位置出力を発生するIMU併用ハイブリッド測位をしている。即ち、移動局14のRTK測位計算部141内に形成される航法フィルタである位置出力フィルタ1411は、GPS位置出力とIMU位置出力の双方を入力し、GPS位置出力からIMU位置出力を減算したセンサ誤差を発生してIMU140に帰還すると共に誤差のばらつきを示す誤差分散行列を出力する。IMU140は位置出力フィルタ1411から帰還されたセンサ誤差に基づいて修正された現在位置を連続的に計算出力している。

【0021】図6(a)を参照してRTK測位を実行することができなくなった場合について説明する。先に説明した通り、GPS衛星によるRTK測位を実行することができなくなってもIMU140は継続して動作している。この場合、位置出力フィルタ1411は、継続して動作しているIMU140の位置出力のみを入力し、これのみに基づいてGPS衛星の現在位置の計算を実行し、IMU140による現在位置の推定をしている。なお、この場合、センサ誤差は固定値に設定する。更に、位置出力フィルタ1411により得られる誤差分散行列およびIMU140により得られる出力位置に基づいて探索空間の計算、換言すれば整数値バイアスの計算を実行する。GPS衛星12、13の再捕捉がなされ、GPS衛星情報がGPS受信部142により十分に受信されるに到るまで、即ち、測位計算をするに十分な数のGPS衛星が揃うまでIMU140は単独の位置出力を行い、これに基づいて位置出力フィルタ1411は位置の誤差分散を計算し続ける。

【0022】ここで、RTK測位をするに十分な数のGPS衛星が揃ったところで、以下の順序で再初期設定を開始する。

(第1) 図2(a)を参照するに、XYZ直角座標について、IMU140の出力位置を中心位置とし、この

中心位置を中心(X_0 、 Y_0 、 Z_0)として位置の誤差分散を半径 R とする3次元空間を設定する。即ち、 XYZ 直角座標における位置の誤差分散の XYZ 3方向成分の許容値、許容範囲が設定された。3次元空間は、 $(X-X_0)^2 + (Y-Y_0)^2 + (Z-Z_0)^2 \leq R^2$ で表現される。この球面を含む内部領域が設定された探索空間である。

【0023】この場合、位置の誤差分散により設定された空間は環境により変化する。例えば、平面を移動する移動局14の場合、高さ方向を固定して空間を設定する。

(第2) 整数値バイアスの組み合わせ、即ち、探索空間を(第1)により設定された空間において決定する。ここで、IMU140測位により得られる中心位置とGPS衛星情報から探索空間の中心となる整数値バイアスの組み合わせを計算する。この整数値バイアスの組み合わせの要素を整数ずつ変化させ、変化させた組み合わせが示す位置が(第1)により設定された3次元空間内にあればこれを整数値バイアスの候補として残す。

【0024】以下、これを具体的に説明するに、測位が完了していない場合、各捕捉GPS衛星に関する整数値バイアスは不明である。即ち、各GPS衛星それぞれの整数値バイアスはGPS衛星毎に多数個の整数値バイアスが正解の候補として挙げられる。通常は、整数値バイアスが求まると、GPS受信機とそれぞれのGPS衛星との間の距離を確定することができるので、GPS受信機の位置を求めることができる。逆に、或る位置、ここにおいてはIMU位置から逆算して最も近い位置を示す整数値バイアスの組み合わせ N_1 、 N_2 、 N_3 、 \dots 、 N_i を決定することができる。バイアス値は逆算すると通常は実数値になるところから、四捨五入、切り捨て、切り上げその他の丸めにより整数値にし、位置を求めてこれを中心位置に最も近い整数値バイアスの組み合わせとしている。一般に、GPS測位により位置を求める場合、4個以上のGPS衛星を捕捉する必要がある。搬送波位相を使用するRTK/GPS測位においても、同様に、4個以上のGPS衛星を捕捉する必要がある。3次元について説明すると説明が複雑になるので、GPS衛星3個を使用して2次元について、図2(b)を参照して説明すると以下の通りとなる。

【0025】GPS受信機とそれぞれのGPS衛星との間の距離 R_i は、

$$R_1 = \Phi_1 + k\lambda$$

$$R_2 = \Phi_2 + m\lambda$$

$$R_3 = \Phi_3 + n\lambda$$

但し、 Φ ：搬送波位相計測による長さ

k 、 m 、 n ：整数値バイアスの値

λ ：波長

と表わすことができる。中心位置に最も近いバイアスの組み合わせ、即ち、基準組み合わせは(k 、 m 、 n)で

あることが判る。この基準組み合わせから各要素 k 、 m 、 n を整数ずつ変化させ、白丸○により示される交点の位置で設定された整数値バイアスの組み合わせの内の円内に含まれる整数値バイアスの組み合わせが正しいGPS衛星位置を示している可能性があるので、これを整数値バイアスの候補として残す。これらの候補を探索空間と称している。これらの候補は直ちに実空間である、地球固定座標空間或いはNEH座標空間の位置を表わしているので、この空間を正解を探索すべき空間として探索空間と称されている。

【0026】得られた探索空間内で再初期設定を開始する。再初期設定中もIMU140の位置出力は継続して行なわれている。図3はRTK・GPS-IMU併用測位装置の動作のフローチャートである。

(S1) RTK・GPS-IMU併用測位装置を起動し、測位過程に入る。

(S2) RTK測位装置の動作状態の確認過程に入る。

【0027】(S3) 整数値バイアスが決定した状態でRTK・GPS-IMU併用測位装置はRTK測位状態にあるか否かを判断する。YESである場合、(S11)に移行する。NOである場合、(S4)に移行する。

(S11) IMUが出力状態にあるか否かを判断する。YESである場合、(S12)に移行する。NOである場合、(S14)に移行する。

【0028】(S12) IMUの位置出力フィルタの計算を開始する。

(S13) RTK-IMU併用測位動作に入る。

(S14) IMUが出力状態になく、RTK単独の測位動作に入る。

(S4) (S3)において、RTK測位状態ではなく、IMUが出力状態にあるか否かを判断する。YESである場合、(S5)に移行する。NOである場合、(S10)に移行する。

【0029】(S5) (S4)において、IMUがYESの出力状態にあり、RTKの観測値がない状態でIMUの位置出力フィルタの計算を開始する。

(S6) IMUの出力位置を中心位置として設定する。

(S7) IMUの出力位置を中心位置とし、位置の誤差分散を半径とする探索空間を設定する。

【0030】(S8) GPS衛星数が5以上であるか否かを確認する。

(S9) (S8)において、GPS衛星数が5以上のYESの場合、整数値バイアス決定過程に入り、次いでRTK測位装置の動作状態の確認過程(S2)に復帰する。(S8)において、GPS衛星数が4以下のNOの場合、RTK測位状態にあるか否かを判断する(S3)に復帰する。

【0031】

【発明の効果】以上の通りであって、この発明によれば、探索空間を位置の誤差分散を半径とする3次元空間に限定する構成を採用したことにより、探索空間を天下一的に設定する従来例と比較して探索空間を小さく設定することができる。これにより、GPS衛星情報が或る程度の短時間途切れても、探索空間が小さい分だけ高速に再初期設定をすることができ、正確な位置測定をほぼ連続的に実施することができる。ところで、位置の誤差分散が搬送波の波長程度であれば、整数値バイアス候補をほぼ1個に絞り込むことができ、再初期設定は1エポック、即ち、1回のデータ出力間隔以内において終了することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例を説明する図。

【図2】探索空間の設定、および整数値バイアスの候補の探索を説明する図。

【図3】実施例の動作のフローチャート。

【図4】従来例を説明する図。

【図5】ハイブリッド測位を簡単に説明する図。

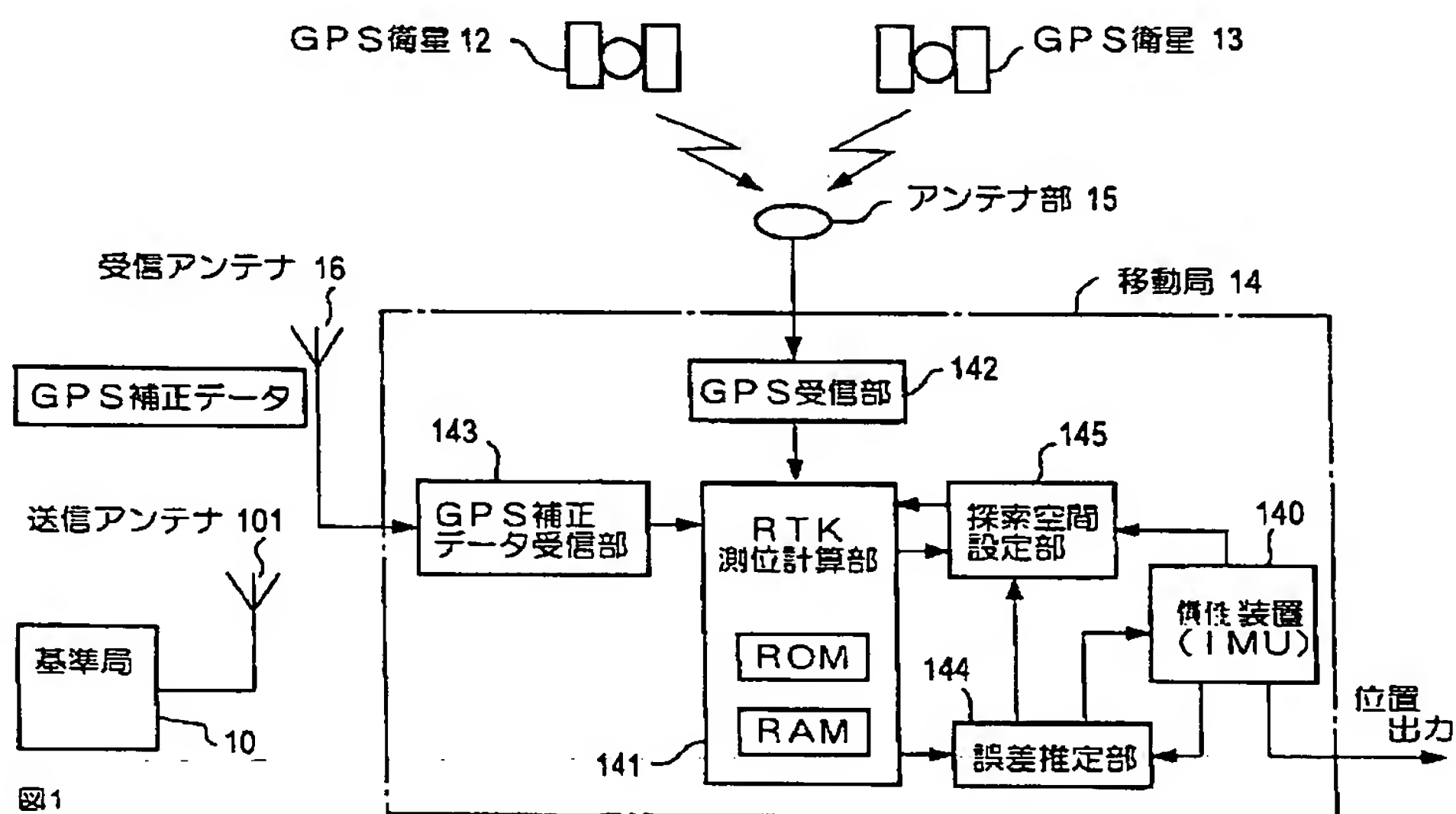
【図6】再初期設定を説明する図。

【図7】従来例の動作のフローチャート。

【符号の説明】

- 10 基準局
- 12、13 GPS衛星
- 14 移動局
- 140 IMU
- 141 RTK測位計算部
- 1411 位置出力フィルタ
- 142 GPS受信部
- 15 アンテナ部
- 101 送信アンテナ
- 143 GPS補正データ受信部
- 16 受信アンテナ
- 144 誤差推定部
- 145 探索空間設定部

【図1】



【図2】

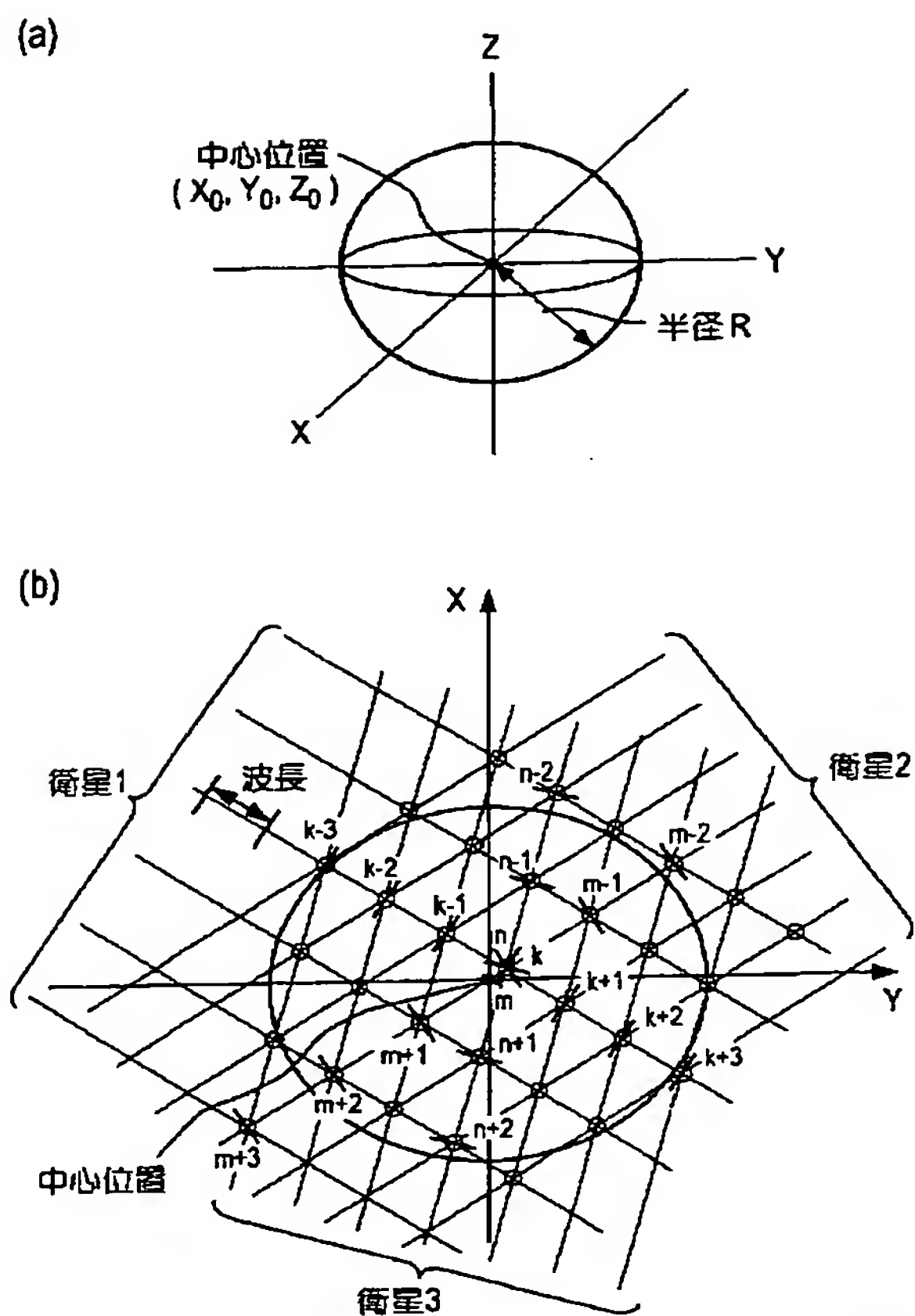


図2

【図3】

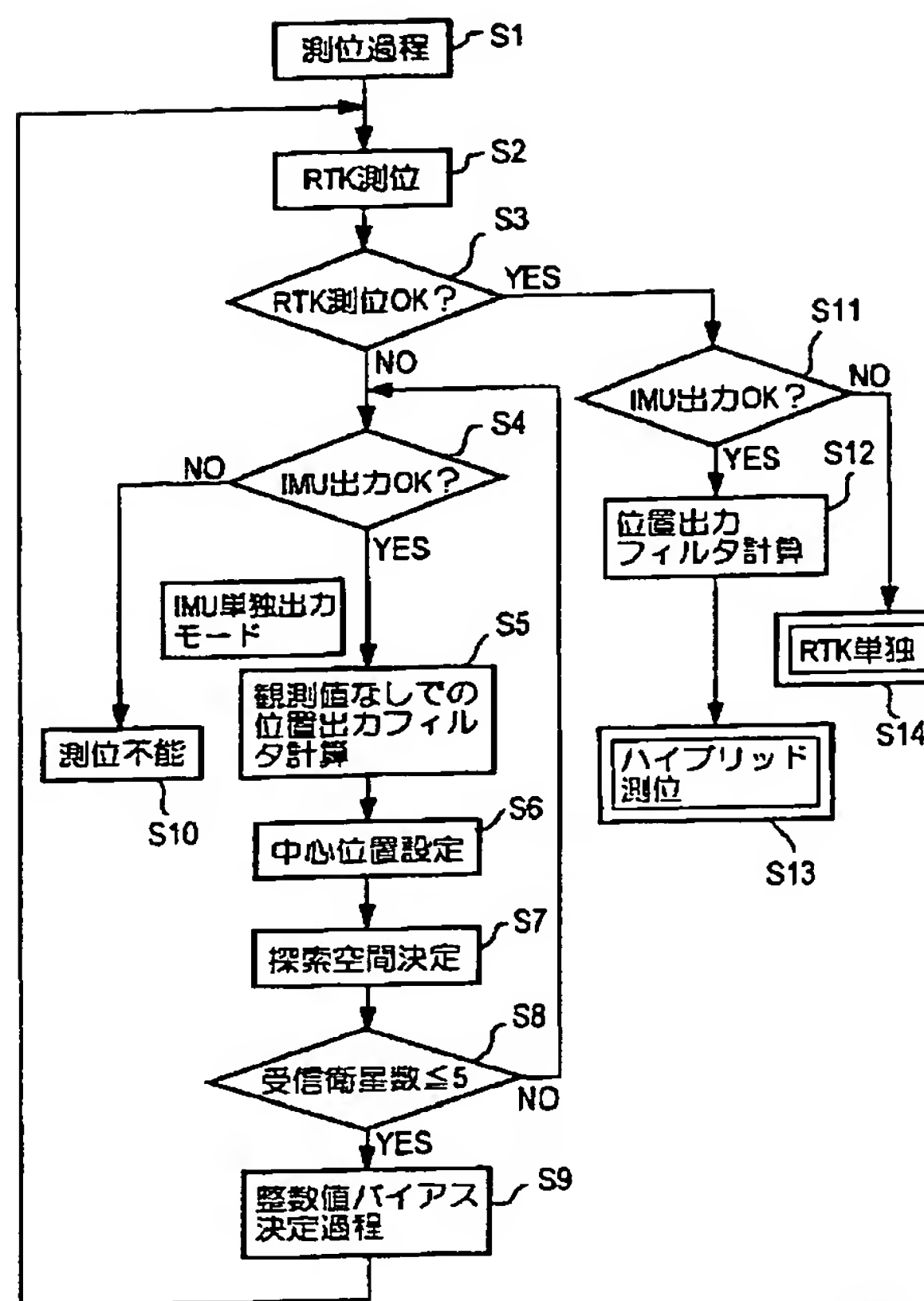


図3

【図4】

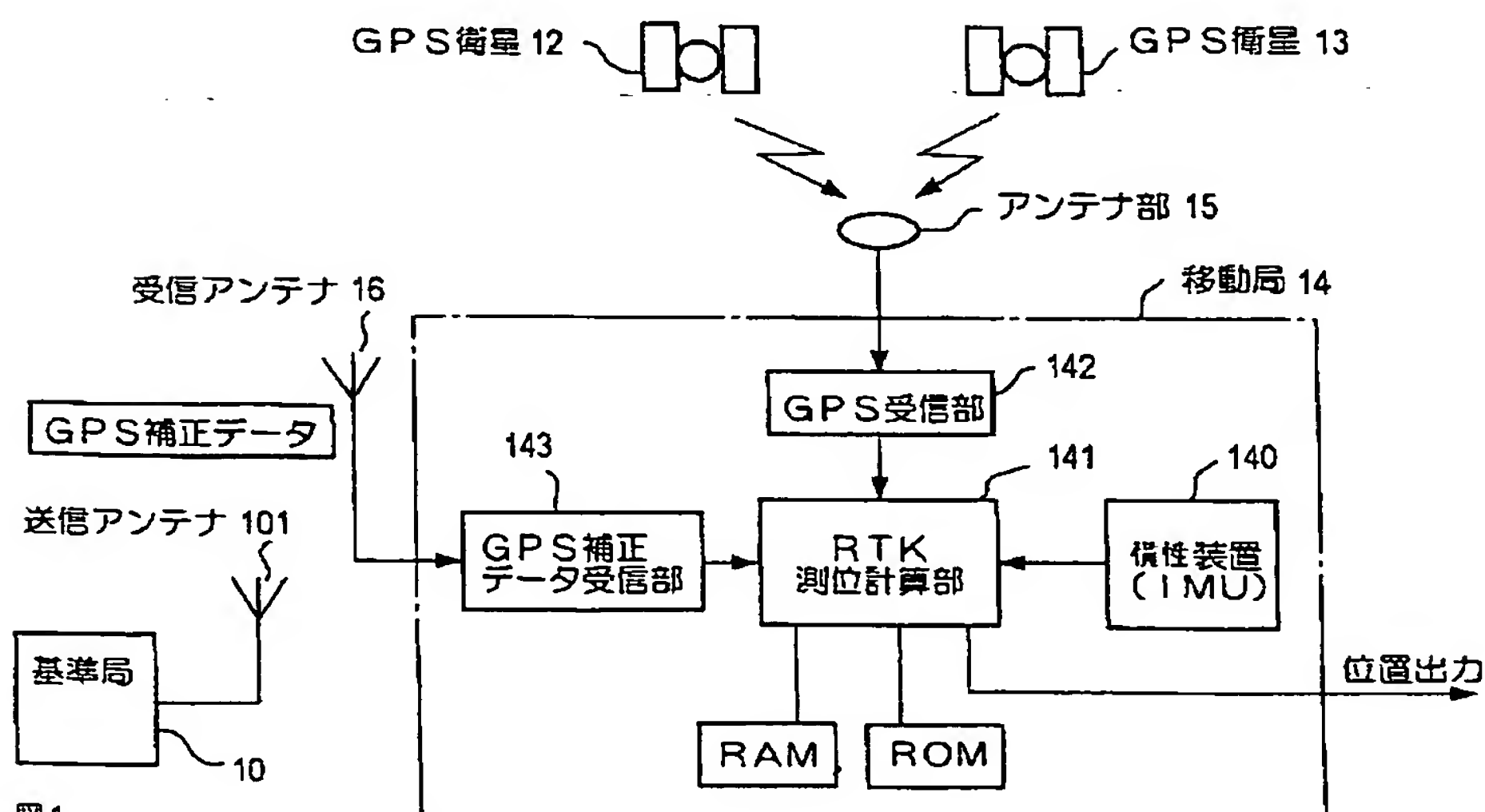


図4

【図5】

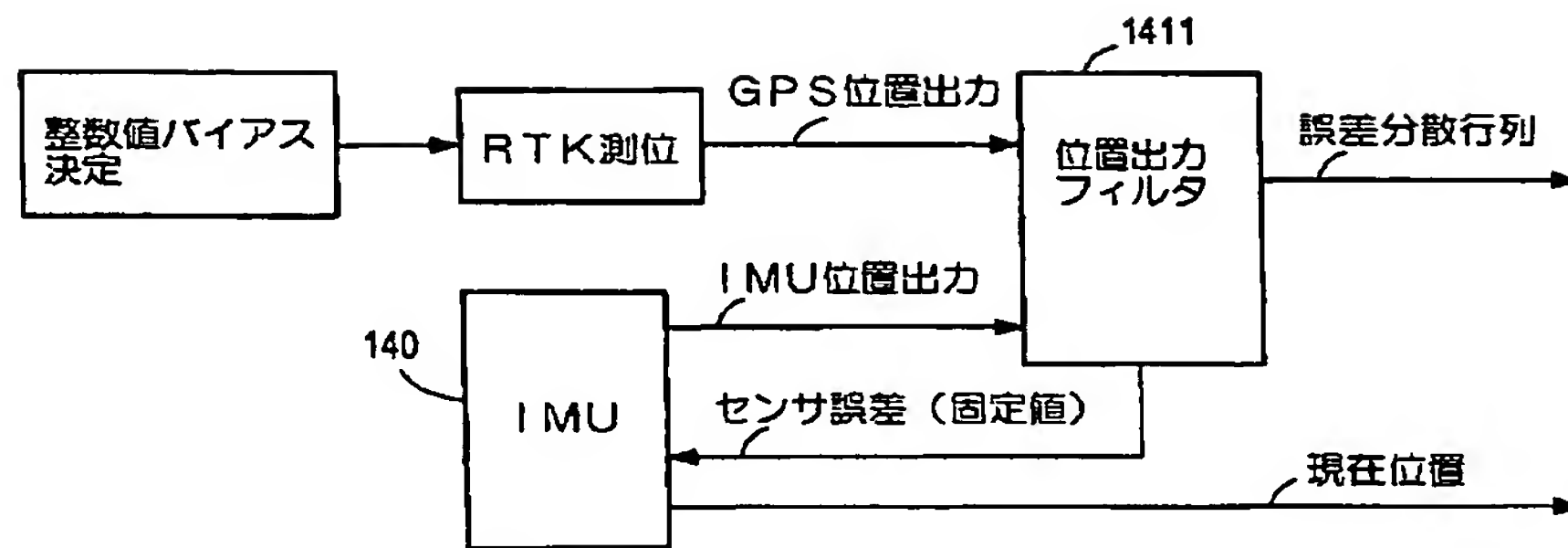


図5

【図6】

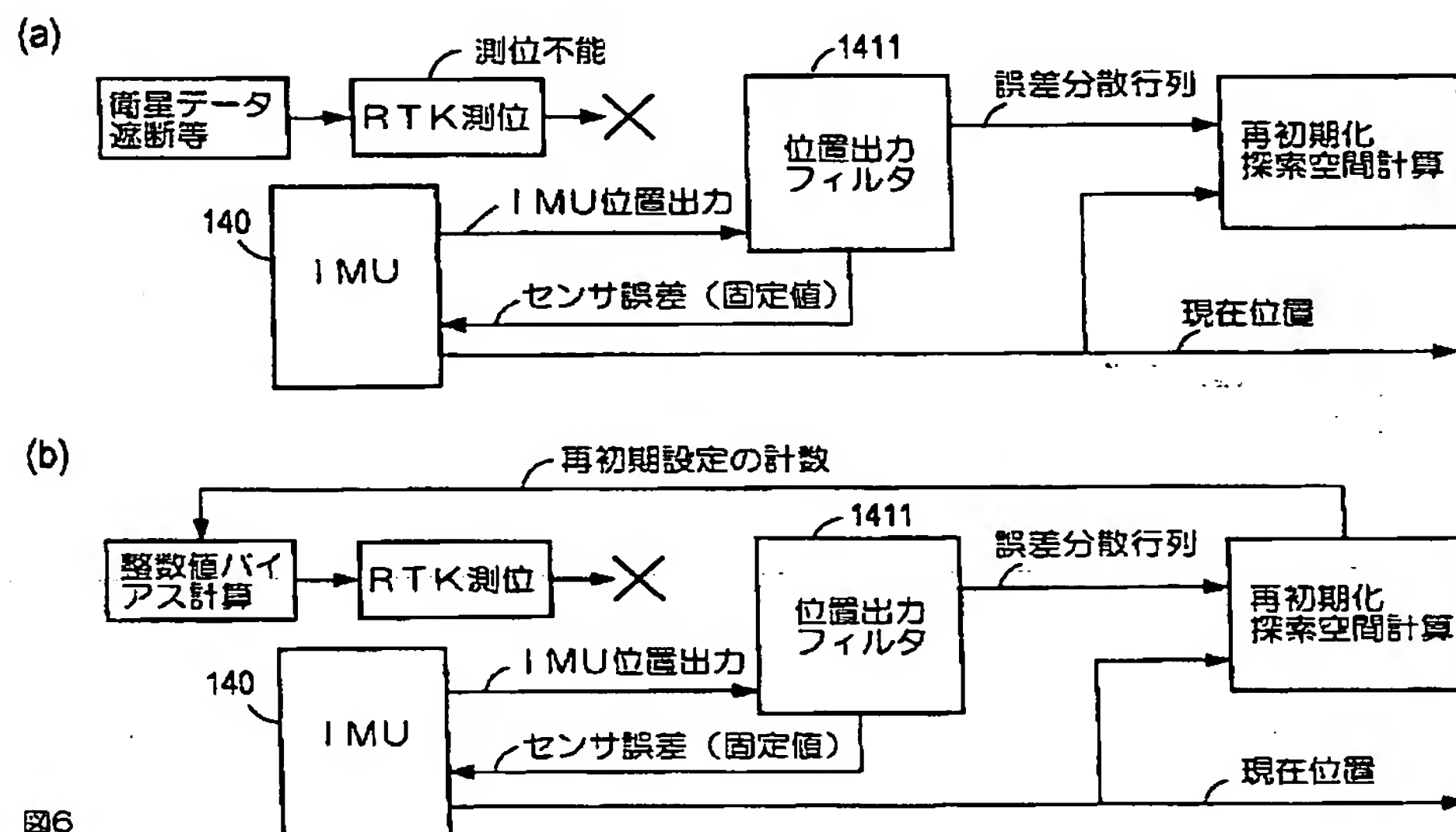


図6

【図7】

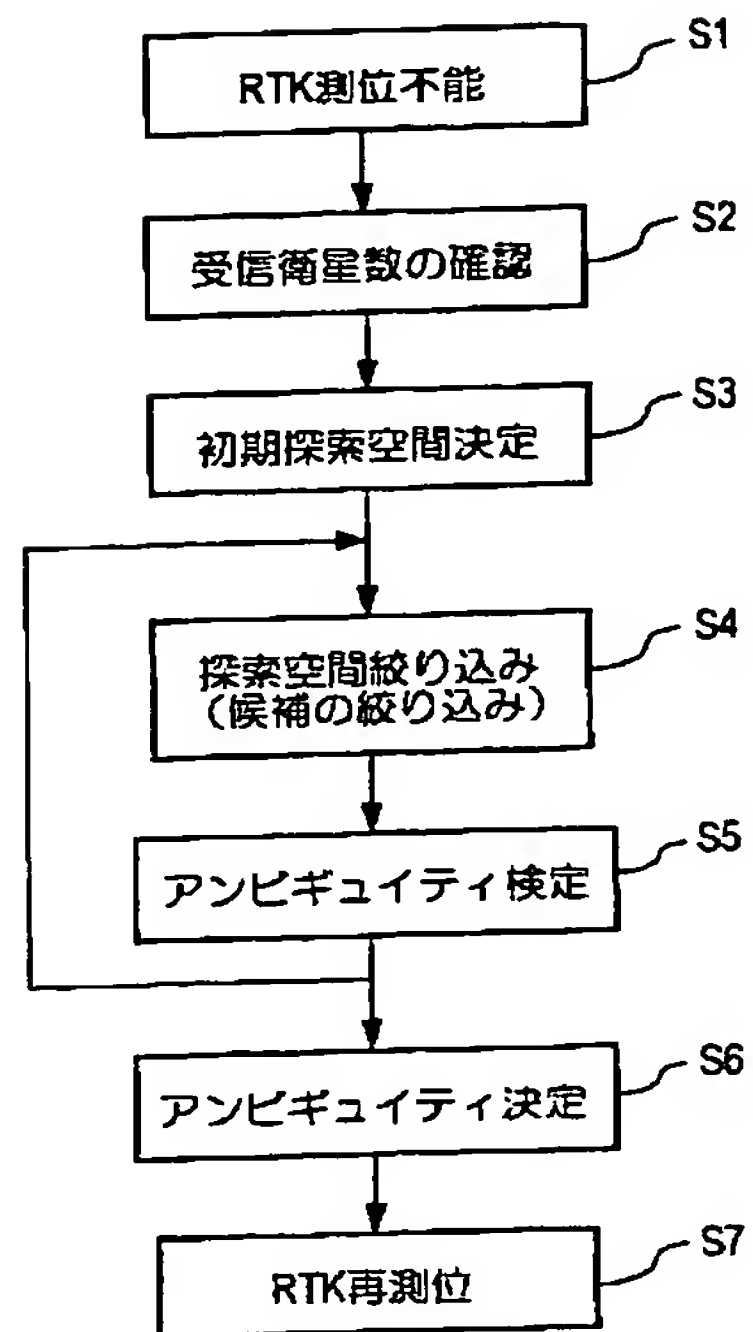


図7